



УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2023-12-4-96-107

## ФАКТОРЫ РИСКА ВОЗВРАТА ПРЕДСЕРДНЫХ ТАХИАРИТМИЙ У ПАЦИЕНТОВ С НЕПАРОКСИЗМАЛЬНЫМИ ФОРМАМИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ ПОСЛЕ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ АБЛАЦИИ BOX LESION SET

М. Кадырова<sup>1</sup>, Е.Д. Стребкова<sup>1,2</sup>, Е.В. Ялова<sup>1</sup>, Г.Г. Кармазановский<sup>1</sup>, А.Ш. Ревшвили<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Большая Серпуховская, 27, Москва, Российская Федерация, 115093; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1, Москва, Российская Федерация, 125993

### Основные положения

- Определение факторов риска, влияющих на эффективность торакоскопической абляции по схеме box lesion set, позволит сформулировать критерии отбора пациентов с непароксизмальной фибрилляцией предсердий для эпикардиальной абляции левого предсердия.
- Анамнез фибрилляции предсердий более 7,5 года и объем левого предсердия, индексируемый к площади поверхности тела, более 47 мл/м<sup>2</sup> статистически значимо снижают эффективность торакоскопической абляции устойчивых форм фибрилляции предсердий на 34,2 и 55,8% в течение трехлетнего периода наблюдения, соответственно.
- Следует рассмотреть необходимость оценки функционального состояния левого предсердия с использованием современной технологии двухмерной speckle-tracking эхокардиографии для поиска критериев успеха абляции непароксизмальной фибрилляции предсердий.

### Цель

Ретроспективный поиск факторов риска возврата предсердных тахикардий после торакоскопической абляции непароксизмальной фибрилляции предсердий (ФП) в отдаленном периоде наблюдения.

### Материалы и методы

В исследование включили 100 пациентов с непароксизмальной ФП, которым выполнили торакоскопическую абляцию по схеме box lesion set с одномоментной ампутацией ушка левого предсердия. Оценили эффективность торакоскопической абляции ФП в отдаленном периоде наблюдения по результатам суточного холтеровского мониторирования электрокардиограммы. Провели ретроспективный анализ факторов риска возврата предсердных тахикардий после торакоскопической абляции. В анализ включили основные клинические характеристики пациентов в предоперационном периоде, а также данные трансторакальной эхокардиографии с показателями деформации левого предсердия в резервуарную и кондуктивную фазы.

### Результаты

Основные факторы риска возврата предсердных тахикардий после торакоскопической абляции ФП – анамнез ФП более 7,5 года и объем левого предсердия, индексируемый к площади поверхности тела, более 47 мл/м<sup>2</sup>. Согласно однофакторному анализу, при увеличении длительности анамнеза ФП на 1 год риск рецидива аритмии после торакоскопической абляции повышается в 1,07 раза (95% доверительный интервал 1,01–1,17,  $p = 0,0374$ ), а при увеличении объема левого предсердия, индексируемого к площади поверхности тела, на 10 мл/м<sup>2</sup> риск возврата предсердной тахикардии повышается в 1,95 раза (95% доверительный интервал 1,49–2,56,  $p < 0,001$ ). Согласно данным двухмерной speckle-tracking эхокардиографии, снижались показатели деформации левого предсердия в резервуарную фазу преимущественно у пациентов с ФП, что требует детального изучения на большей когорте пациентов.

### Заключение

На предоперационном этапе следует оценивать не только анатомическое состояние левого предсердия, но и функциональное с применением современных методов лучевой визуализации с целью повышения эффективности торакоскопической абляции по схеме box lesion set непароксизмальной ФП в отдаленном периоде наблюдения.

**Для корреспонденции:** Елизавета Дмитриевна Стребкова, [elizabeth.strebkova@yandex.ru](mailto:elizabeth.strebkova@yandex.ru); адрес: ул. Большая Серпуховская, 27, Москва, Российская Федерация, 115093

**Corresponding author:** Elizaveta D. Strebkova, [elizabeth.strebkova@yandex.ru](mailto:elizabeth.strebkova@yandex.ru); address: 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 115093

**Ключевые слова** Непароксизмальная фибрилляция предсердий • Торакоскопическая абляция  
• Факторы риска

*Поступила в редакцию: 01.09.2023; поступила после доработки: 10.10.2023; принята к печати: 21.11.2023*

## RISK FACTORS FOR ATRIAL TACHYARRHYTHMIA RECURRENCE IN PATIENTS WITH NON-PAROXYSMAL ATRIAL FIBRILLATION AFTER “BOX LESION SET” THORACOSCOPIC ABLATION

M. Kadirova<sup>1</sup>, E.D. Strebkova<sup>1,2</sup>, E.V. Yalova<sup>1</sup>, G.G. Karmazanovsky<sup>1</sup>, A.Sh. Revishvili<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution “A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 115093; <sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 2/1, bld. 1, Barricadnaya St., Moscow, Russian Federation, 125993

### Highlights

- Identification of risk factors impacting the effectiveness of thoracoscopic ablation according to the box session set scheme will allow us to formulate criteria for the selection of patients with non-paroxysmal atrial fibrillation for epicardial ablation of the left atrium.
- Duration of atrial fibrillation for more than 7.5 years and the volume of the left atrium indexed to the body surface area of more than 47 mL/m<sup>2</sup> statistically significantly reduce the effectiveness of thoracoscopic ablation of stable atrial fibrillation by 34.2 and 55.8% during the three-year follow-up period, respectively.
- The need to assess the function of left atrium using modern two-dimensional speckle-tracking echocardiography technology should be considered to determine the criteria for the successful ablation of non-paroxysmal atrial fibrillation.

**Aim** To study risk factors for atrial tachyarrhythmias recurrence after thoracoscopic ablation (TSA) of non-paroxysmal atrial fibrillation (AF) in the long-term follow-up period.

**Methods** The retrospective study included a series of 100 patients with non-paroxysmal AF undergoing “Box lesion set” TSA with one-stage exclusion of the left atrial (LA) appendage. The efficacy of TSA in the long-term follow-up period was evaluated using 24-h HM ECG results. A retrospective analysis of risk factors for atrial tachyarrhythmias recurrence after TSA was performed. The analysis included the main clinical characteristics of patients in the preoperative period, as well as data of transthoracic echocardiography with inclusion of left atrial strain in the reservoir and conduit phases.

**Results** In the presented study, the main risk factors for atrial tachyarrhythmias recurrence after TSA were: duration of AF more than 7.5 years and LAVI more than 47 mL/m<sup>2</sup>. However, univariate analysis showed that for every 1-year increase in the duration of AF, the risk of arrhythmia recurrence after TSA increased 1.07-fold [95% CI: 1.01; 1.17, p = 0.0374], and for every 10 mL/m<sup>2</sup> increase in LAVI, the risk of atrial tachyarrhythmia recurrence increased 1.95-fold [95% CI: 1.49; 2.56, p < 0.001]. According to the data of two-dimensional speckle-tracking echocardiography there was a tendency towards the decrease of the parameters of left atrial strain in the reservoir phase mainly in patients with AF, which requires further more detailed study on a larger cohort of patients.

**Conclusion** It is necessary to consider not only the assessment of the anatomy of the left atrium, but its function with the use of modern methods of radial imaging at the preoperative stage in order to improve the effectiveness of TSA “Box lesion set” for non-paroxysmal AF in the long-term follow-up period.

**Keywords** Non-paroxysmal atrial fibrillation • Thoracoscopic ablation • Risk factors

*Received: 01.09.2023; received in revised form: 10.10.2023; accepted: 21.11.2023*

## Список сокращений

ДИ – доверительный интервал	ФП – фибрилляция предсердий
ЛП – левое предсердие	LAVI – объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела
ОР – отношение рисков	

**Введение**

Выбор оптимального метода лечения фибрилляции предсердий (ФП) имеет особое значение. В настоящее время представлены различные методы и технологии аблации: эпикардиальные, эндокардиальные и «открытые» хирургические. Актуальной проблемой современной аритмологии остается поиск высокоэффективных минимально инвазивных методов лечения изолированной непароксизмальной ФП, доля которой составляет около 70% всех форм ФП [1, 2].

Несмотря на эффективность, хирургическое лечение прогрессирующих форм ФП высокотравматично и сопряжено с большим риском периоперационных осложнений, что нежелательно для пациентов с изолированной ФП. В связи с этим в клиническую практику внедряют эпикардиальные методы аблации с использованием видеохирургического оборудования [3].

Перспективное направление в кардиохирургии и аритмологии – тора́коскопические эпикардиальные аблации ФП [3]. Согласно данным многочисленных исследований, эффективность тора́коскопической аблации приближена к классической процедуре Maze с достижением синусового ритма у 80% пациентов в смешанной популяции [4–6]. Эффективность видеоассистированных эпикардиальных аблаций снижается до 38% при персистирующей и длительно-персистирующей ФП [7–11]. Продолжается поиск морфологического субстрата ФП и факторов риска возврата предсердных тахикардий после аблации.

Данные электроанатомического картирования у пациентов с непароксизмальной ФП обычно демонстрируют области выраженной низкоамплитудной активности в левом предсердии (ЛП), что указывает на фиброз в данных зонах [12]. Описана обратная зависимость между деформацией ЛП и количеством фиброза, оцененного с помощью магнитно-резонансной томографии с гадолинием. Пациенты с длительным анамнезом ФП и высокой степенью фиброза ЛП имеют более низкие значения его деформации [13, 14].

Не изучено, какой предиктор оказывает большее влияние на возврат предсердных тахикардий после аблации. Поиск факторов риска на каждом этапе тора́коскопической аблации имеет значение и требует систематического наблюдения.

**Цель** – с помощью ретроспективного анализа установить группу пациентов с непароксизмальной ФП, для которых тора́коскопическая аблация наи-

более эффективна в сохранении устойчивого синусового ритма в отдаленном периоде наблюдения.

**Материалы и методы**

В исследование включили 100 пациентов с непароксизмальной ФП. Всем пациентам выполнили тора́коскопическую аблацию ФП по схеме box lesion set с одномоментной ампутацией ушка ЛП. Детальное описание всех этапов видеоассистированной тора́коскопической аблации представлено в опубликованных работах [15–17].

**Послеоперационный период.** Для оценки свободы от предсердных тахикардий в послеоперационном периоде всем пациентам в контрольные точки исследования (3, 6, 12, 24 и 36 мес.) выполняли суточное холтеровское мониторирование электрокардиограммы. Возвратом аритмии считали регистрацию на электрокардиограмме любой предсердной тахикардии (ФП, атипичного трепетания предсердий или наджелудочковой тахикардии) продолжительностью более 30 с [4, 18, 19]. По результатам суточного холтеровского мониторирования электрокардиограммы разделили всех пациентов на две группы: с сохранением устойчивого синусового ритма и с возвратом предсердной тахикардии продолжительностью более 30 с, хотя бы раз зафиксированной на электрокардиограмме.

**Протокол трансторакальной эхокардиографии.** Трансторакальное эхокардиографическое исследование выполняли на аппарате PHILIPS EPIQ CVx (США) секторным фазированным датчиком X5-1 по стандартному протоколу. В парастернальной позиции оценивали переднезадний размер ЛП. Из апикальной позиции оценивали систолическую функцию левого желудочка по методу Simpson. В конце систолы желудочков, когда предсердия имеют наибольший размер, производили трассировку внутреннего контура ЛП, исключая устья легочных вен, автоматически рассчитывали площадь и объем камеры по методу Simpson.

**Измерение LAVI.** Объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела (LAVI), измеряли по методу Simpson (рис. 1, А). Данное измерение проводили аналогично измерению объемов левого желудочка в режиме двухмерной эхокардиографии из апикального доступа. При этом устья легочных вен и ушко левого предсердия исключали из расчетов. Согласно рекомендациям EACVI / ASE по визуализации камер сердца, нормой считали LAVI не более 34 мл/м<sup>2</sup> [19].

### Показатели деформации левого предсердия.

Для анализа деформации ЛП использовали четырехкамерную проекцию, оценку оптимальных кадров подбирал специалист в режиме off-line. После отбора оптимальных записей программа автоматически определяла область интересов, которую подвергали коррекции и сегментации вручную, в соответствии с анатомией ЛП. После коррекции области интереса, программа автоматически рассчитывала параметры деформации во всех фазах сердечного цикла. Так как у всех пациентов на момент оценки показателей деформации ЛП регистрировали устойчивую ФП, учитывали значения в резервуарную (рис. 1, В) и кондуктивную фазы. Средняя частота изображения –  $51,9 \pm 8$  кадров в секунду [19]. Комплексный анализ вариабельности нормальных значений глобальной деформации ЛП в зависимости от фазы представлен в опубликованной работе [20].

Перед операцией всех пациентов обсудили на консилиуме с участием кардиолога, аритмолога и кардиохирурга. Пациенты дали информированное согласие на проведение торакоскопической абляции ФП. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России (протокол № 001-2023 от 3 февраля 2023 г.).

### Статистический анализ

Статистический анализ и визуализацию данных проводили с использованием среды для статистических вычислений R 4.2.1 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия).

Данные описательной статистики представлены в виде показателей относительной частоты для качественных переменных и среднего значения (стандартное отклонение) или медианы (1-й и 3-й квантили) в зависимости от нормальности распре-

деления для количественных переменных. С целью определения нормальности распределения использовали тест Шапиро – Уилка.

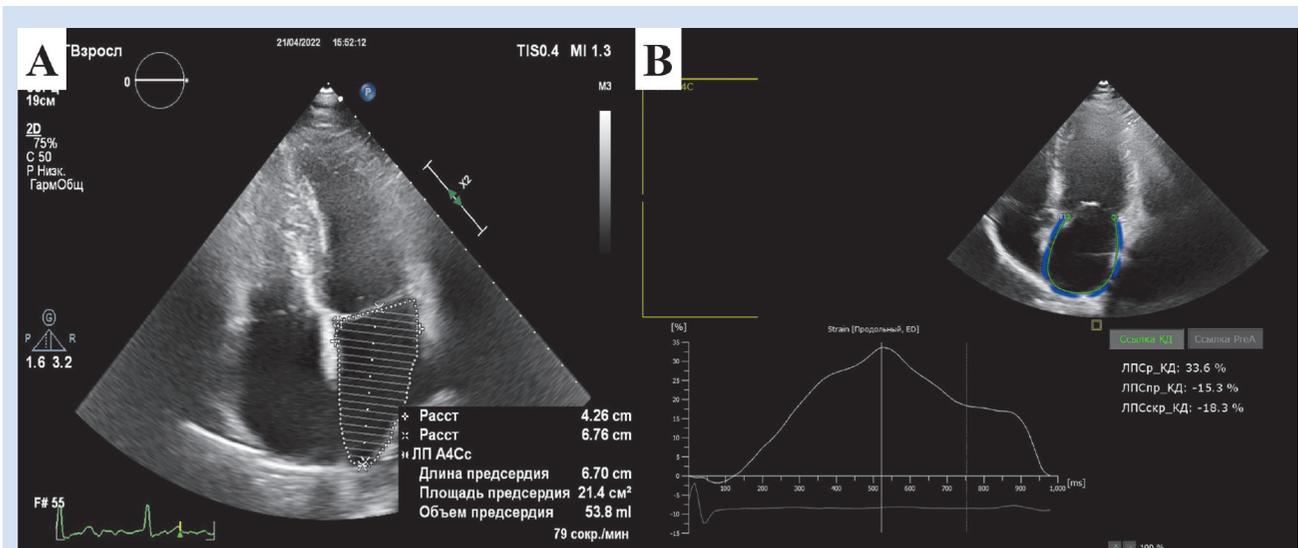
Для анализа свободы от предсердных тахикардий применяли кривые Каплана – Майера, лог-ранговый тест, одно- и многофакторные модели пропорциональных рисков Кокса.

Для отбора переменных в многофакторную модель пропорциональных рисков Кокса использовали пошаговый отбор с исключением на основании информационного критерия Акаике. Качество модели оценивали с использованием С-индекса Харрелла и псевдо-R<sup>2</sup> Найджелкерке. Для анализа ассоциации между категориальными переменными применяли точный тест Фишера.

Для оценки оптимального порога для количественных переменных использовали J-статистику Юдена. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода, в том числе вероятности наступления исхода, рассчитанной с помощью регрессионной модели, применяли ROC-анализ с построением ROC-кривых. Качество прогностической модели, полученной данным методом, оценивали исходя из значений площади под ROC-кривой со стандартной ошибкой и 95% доверительным интервалом (ДИ) и уровня статистической значимости.

### Результаты

**Общая характеристика пациентов.** У 69 (69%) пациентов с непароксизмальной ФП сохранялся устойчивый синусовый ритм через 36 мес. после торакоскопической абляции по схеме box lesion set. Сравнение основных клинических характеристик и данных трансторакального эхокардиографического исследования пациентов с устойчивым синусовым ритмом и с возвратом предсердной тахикардии



**Рисунок 1.** Левое предсердие в момент исследования: А – измерение объема по методу Simpson; В – оценка глобальной деформации в резервуарную фазу

**Figure 1.** Measurement of left atrial volume using the Simpson method (A) and assessment of global longitudinal strain of the left atrium during the reservoir phase (B) (pictures at the time of the study)

после торакоскопической абляции по схеме box lesion set представлено в табл. 1.

Пациенты в двух группах сопоставимы по основным клиническим характеристикам: возрасту, сопутствующим заболеваниям, осложнениям ФП. По данным трансторакального эхокардиографического исследования, пациенты с синусовым ритмом и с ФП также статистически сопоставимы по параметрам функционального состояния левого желудочка и показателям деформации миокарда ЛП. Статистически достоверные различия между группами получены по анамнезу ФП и эхокардиографическому показателю LAVI. По данным двухмерной speckle-tracking эхокардиографии, показатели деформации резервуарной функции ЛП у пациентов с возвратом предсердной тахикардии ниже, чем в группе с устойчивым синусовым ритмом: 8,2 (6,4–14,3) против 13,5 (7,7–19,3)%.

**Факторы риска.** Многофакторный анализ пропорциональных рисков Кокса выполнен исключительно для переменных с  $p < 0,15$  при однофакторном анализе. Модель многофакторного анализа пропорциональных рисков Кокса характеризовалась псевдо-R<sup>2</sup> Найджелкерке, равным 0,282, и С-индексом Харрелла, равным 0,811 (SE 0,044) (табл. 2).

Проведен ROC-анализ с определением точки cut-off для количественных предикторов возврата

предсердных тахикардий после торакоскопической абляции ФП (рис. 2).

Анамнез ФП длительностью 7,5 года имеет специфичность 88% и чувствительность 46% при площади под кривой 0,66 (см. рис. 2, А). LAVI 47 мл/м<sup>2</sup> обладает специфичностью 90% и чувствительностью 57% при площади под кривой 0,75 (см. рис. 2, В).

Согласно однофакторному анализу пропорциональных рисков Кокса, анамнез ФП – предиктор рецидива предсердных тахикардий после торакоскопической абляции. При каждом увеличении длительности анамнеза на 1 год риск рецидива аритмии после торакоскопической абляции увеличивается в 1,07 раза (95% ДИ 1,01–1,17,  $p = 0,0374$ ), тогда как анамнез ФП более 7,5 года ассоциирован с увеличением риска возврата предсердной тахикардии в 3,46 раза (95% ДИ 1,64–7,29,  $p = 0,0018$ ).

С учетом полученных данных выполнено построение кривых Каплана – Майера для оценки свободы предсердных тахикардий при анамнезе ФП более и менее 7,5 года у пациентов с непароксизмальной ФП. У пациентов с анамнезом ФП более 7,5 года эффективность торакоскопической абляции ФП ниже на 34,2% по сравнению с менее длительной продолжительностью аритмии (рис. 3, А).

LAVI, полученный при трансторакальной эхокардиографии, – статистически значимый фактор

**Таблица 1.** Сравнительная оценка основных клинических характеристик и показателей эхокардиографического исследования в двух группах

**Table 1.** Comparative evaluation of the main clinical characteristics and echocardiographic examination parameters in two groups

Показатель / Parameter	Пациенты с устойчивым синусовым ритмом / Group I, n = 69	Пациенты с возвратом предсердной тахикардии / Group II, n = 31	p
Возраст, лет / Age, years	57,1±9,0	54,1±8,1	0,121
Анамнез ФП, лет / Duration of AF, years (Me (IQR))	3,0 (1,4–6,2)	7,0 (2,0–9,2)	0,016*
Инсульт / Stroke, n (%)	4 (5,6)	2 (7,1)	0,671
Сахарный диабет / Diabetes mellitus, n (%)	10 (13,9)	3 (10,7)	> 0,05
Гипертоническая болезнь / Hypertension, n (%)	57 (79,2)	20 (71,4)	0,435
ХСН / CHF, n (%)	62 (86,1)	24 (85,7)	> 0,05
Переднезадний размер ЛП, мм / LA anteroposterior dimension, mm	41,6±4,3	43,1±4,4	0,141
LAVI, мл/м <sup>2</sup> / ml/m <sup>2</sup> (Me (IQR))	34 (29–42)	48,5 (34,2–56,5)	<b>0,0001*</b>
КДР ЛЖ, мл / LV EDD, ml (Me (IQR))	55,5 (51,8–59,0)	55 (50–59)	0,645
КСР ЛЖ, мм / LV ESD, mm (Me (IQR))	35,5 (33,0–38,2)	35,5 (32,8–39,2)	0,872
КДО ЛЖ, мл / LV EDV, ml (Me (IQR))	151,0 (126,2–170,5)	146,0 (116,8–163,5)	0,295
КСО ЛЖ, мл / LV ESV, ml (Me (IQR))	53 (42–68)	52,0 (44,5–66,2)	0,911
LASr, % (Me (IQR))	13,5 (7,7–19,3)	8,2 (6,4–14,3)	0,624
LAScd, % (Me (IQR))	–10,4 (–18,1... –8,1)	–8,1 (–11,1... –6,9)	0,782

**Примечание:** \* статистически значимая разница между группами при  $p < 0,05$ ; КДО – конечный диастолический объем; КДР – конечный диастолический размер; КСО – конечный систолический объем; КСР – конечный систолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие; ФП – фибрилляция предсердий; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; IQR – межквартильный размах; LAScd – деформация левого предсердия в кондуктную фазу; LASr – деформация левого предсердия в резервуарную фазу; LAVI – объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела; Me – медиана.  
**Note:** \* statistically significant difference between the groups at  $p < 0.05$ . AF – atrial fibrillation; CHF – chronic heart failure; EDD – end-diastolic dimension; EDV – end-diastolic volume; ESD – end-systolic dimension; ESV – end-systolic volume; LA – left atrial; LAScd – left atrial conduit strain; LASr – left atrial reservoir strain; LAVI – Left Atrial Volume Index to body surface area to body surface area; LV – left ventricular.

риска рецидива предсердных тахикардий после торакоскопической абляции. Повышение LAVI на 10 мл/м<sup>2</sup> ассоциировано с увеличением риска возврата аритмии в среднем в 1,95 раза (95% ДИ 1,49–2,56,  $p < 0,001$ ). LAVI более 47 мл/м<sup>2</sup> ассоциирован с увеличением риска возврата предсердной тахикардии в 6,1 раза (95% ДИ 2,86–13,01,  $p < 0,001$ ).

Согласно данным кривой Каплана – Майера свободы от предсердных тахикардий после торакоскопической абляции (рис. 3, В), статистически значимая эффективность торакоскопической абляции в течение трехлетнего периода наблюдения – на 55,8% выше в группе пациентов с LAVI менее 47 мл/м<sup>2</sup>.

## Обсуждение

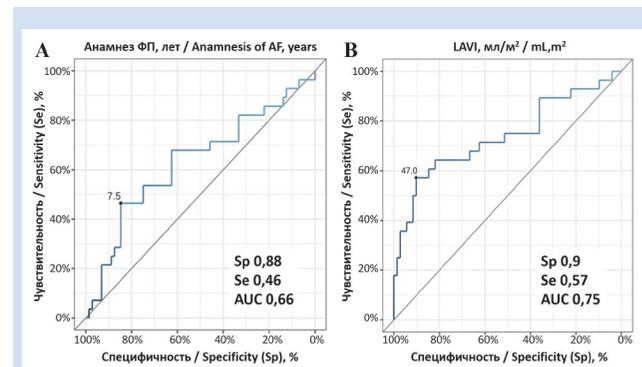
Анамнез ФП и LAVI ассоциированы с возвратом предсердных тахикардий после торакоскопической абляции ФП по схеме box lesion set с одномоментной ампутацией ушка ЛП. LAVI более 47 мл/м<sup>2</sup> увеличивает риск возврата предсердных тахикардий в 6,1 раза (95% ДИ 2,86–13,01,  $p < 0,001$ ) и снижает эффективность торакоскопической абляции на 55,8%,  $p < 0,001$ . Анамнез ФП более 7,5 года увеличивает риск рецидива аритмии в 3,46 раза (95% ДИ 1,64–7,29,  $p = 0,0018$ ) и снижает эффективность торакоскопической абляции на 34,2%,  $p < 0,001$ . По данным двухмерной speckle-tracking эхокардиографии, деформация ЛП в резервуарную фазу у пациентов с возвратом предсердной тахикардии значительно ниже по сравнению с группой с устойчивым синусовым ритмом: 8,2 (6,4–14,3) против 13,5 (7,7–19,3)%, что требует более детального изучения.

Полученные результаты согласуются с данными ранее опубликованной работы С. Yu и соавт., в которой, согласно многофакторному регрессионному анализу Кокса, переднезадний размер ЛП более 40

мм (отношение рисков (ОР) 2,837, 95% ДИ 1,408–5,716,  $p = 0,004$ ) и возраст более 50 лет (ОР 2,927, 95% ДИ 1,359–6,305,  $p = 0,006$ ) связаны с рецидивом предсердных тахикардий [21]. Аналогичные данные представлены после процедуры Maze V, эффективность которой ухудшалась при дилатации ЛП (ОР 1,62, 95% ДИ 0,35–7,51) [22, 23].

Факторы риска, представленные в исследовании С. van Laag и соавт.: женский пол, послеоперационная ФП в госпитальном периоде, длительный анамнез ФП, митральная регургитация – независимые предикторы ФП, что ранее отражено и в других исследованиях в отношении катетерных абляций и процедуры Cox – Maze [24].

Исследователи из Нидерландов во главе с S.W.E. Baalman, обладая большим опытом торакоскопического лечения ФП, оценили предикторы возврата



**Рисунок 2.** ROC-кривые: А – анамнез фибрилляции предсердий до операции; В – объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела

**Примечание:** ФП – фибрилляция предсердий; AUC – площадь под кривой; LAVI – объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела; Se – чувствительность; Sp – специфичность.

**Figure 2.** ROC curves for duration of atrial fibrillation before surgery (A) and for the LAVI index (B)

**Note:** AF – atrial fibrillation; AUC – area under the curve; LAVI – indexed left atrial volume to body surface area; Se – sensitivity; Sp – specificity.

**Таблица 2.** Одно- и многофакторный анализы пропорциональных рисков Кокса  
**Table 2.** Univariate and Multivariate Cox proportional hazards analysis

Предиктор / Predictor	Однофакторный анализ / Univariate analysis			Многофакторный анализ / Multivariate analysis		
	ОР / RR	95% ДИ / CI	p	ОР / RR	95% ДИ / CI	p
Возраст / Age	1,86	0,93–2,01	0,095	0,97	0,93–1,02	0,242
Анамнез ФП / Duration of AF	1,07	1,01–1,17	<b>0,0374*</b>	1,05	0,97–1,12	0,217
Анамнез ФП > 7,5 года / Duration of AF > 7,5 years	3,46	1,64–7,29	<b>0,0018*</b>			
Переднезадний размер ЛП / LA anteroposterior dimension	1,06	0,98–1,15	0,056	1,05	0,94–1,16	0,180
LAVI	1,95	1,49–2,56	<b>&lt;0,001*</b>	1,75	1,21–2,83	<b>&lt;0,001*</b>
LAVI > 47 мл/м <sup>2</sup> / mL/m <sup>2</sup>	6,10	2,86–13,01	<b>&lt;0,001*</b>	6,24	3,12–12,89	<b>&lt;0,001*</b>
LASr	1,02	0,96–1,07	0,5502			
LAScd	1,00	0,93–1,08	0,9343			

**Примечание:** \* статистически значимая разница между группами при  $p < 0,05$ ; ДИ – доверительный интервал; ЛП – левое предсердие; ОР – отношение рисков; ФП – фибрилляция предсердий; LAScd – деформация ЛП в кондуктивную фазу; LASr – деформация ЛП в резервуарную фазу; LAVI – объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела.  
**Note:** \* statistically significant difference between the groups at  $p < 0,05$ . AF – atrial fibrillation; CI – confidence interval; LA – left atrial; LAScd – left atrial conduit strain; LASr – left atrial reservoir strain; LAVI – Left Atrial Volume Index to body surface area to body surface area; RR – risk ratio.

ФП после торакоскопической абляции с использованием искусственного интеллекта. Данное исследование – одно из самых масштабных по объему включения: 446 пациентов именно после торакоскопической абляции ФП. Применены метод многослойной нейронной сети, а не только регрессионный анализ. В анализ включили пациентов с пароксизмальной и непароксизмальной ФП. Риск рецидива возврата предсердных тахикардий был выше у пациентов старше 55 лет (площадь под кривой 0,66) по сравнению с пациентами моложе 55 лет (площадь под кривой 0,82) [18].

Отрицательное влияние длительного анамнеза ФП на эффективность Maze описана в исследовании [2, 23, 25, 26]. Однако в работе R.J. Damiano и соавт., посвященной изучению предикторов возврата ФП после Maze IV, отсутствовала корреляция между предоперационной длительностью ФП и ее возвратом после операции в отдаленном периоде наблюдения [27].

Другим показателем, отражающим структурное ремоделирование ЛП и активно изучающимся с точки зрения прогностической значимости рецидива ФП после абляции, является LAVI [28–31]. Так, по данным S.H. Shin и соавт., LAVI более 34 мл/м<sup>2</sup> – предиктор рецидива ФП с чувствительностью 70% и специфичностью 91% [32]. EACVI / ASE рекомендовано индексировать объемы ЛП к площади поверхности тела, верхней границей нормы LAVI считается 34 мл/м<sup>2</sup> [19].

В нашем исследовании LAVI – статистически значимый предиктор рецидива предсердных тахикардий, повышение LAVI на 10 мл/м<sup>2</sup> ассоциировано с увеличением риска возврата аритмии в среднем в 1,95 раза (95% ДИ 1,49–2,56,  $p < 0,001$ ). Свобода от предсердных тахикардий после тора-

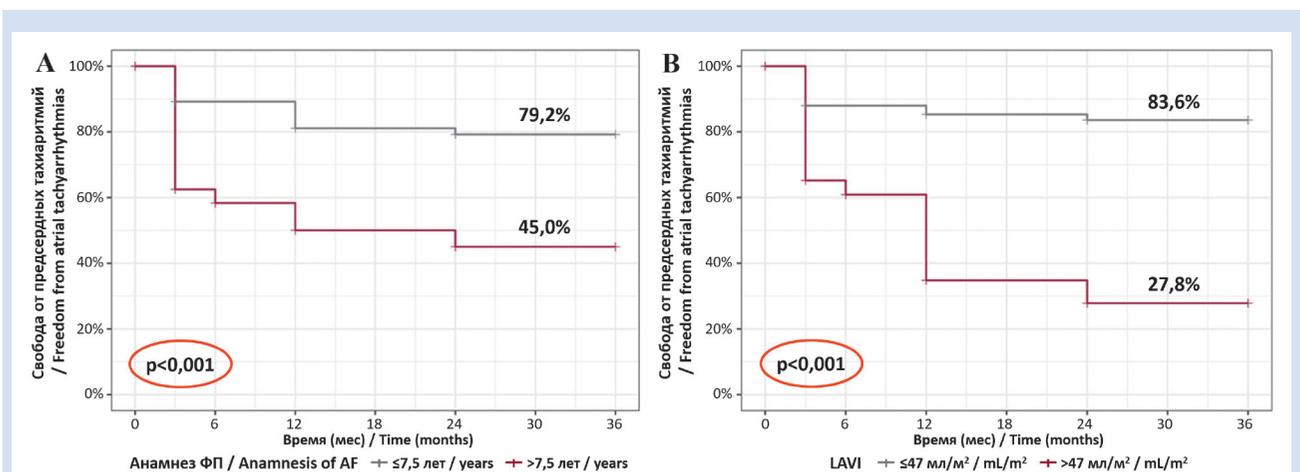
коскопической абляции через 3 года при LAVI менее 47 мл/м<sup>2</sup> составила 83,6%.

Н.В. Gwag и соавт. получили аналогичные результаты нашему наблюдению. В анализ включили 171 пациента только с персистирующей ФП. Основным предоперационным фактором риска возврата предсердной тахикардии после торакоскопической и дополнительной абляций КА каватрикуспидального истмуса являлся LAVI, увеличивающий риск ФП после операции в 1,05 раза (95% ДИ 1,029–1,070,  $p < 0,001$ ), согласно многофакторному анализу Кокса [33].

В исследовании S.K. Lim и соавт. LAVI также являлся ведущим предиктором возврата ФП. Согласно данным однофакторного анализа Кокса, LAVI увеличивал риск возврата ФП после торакоскопической абляции в 1,012 раза (95% ДИ 0,991–1,034,  $p < 0,001$ ), при этом переднезадний размер ЛП увеличивал риск рецидива аритмии в 1,105 раза (95% ДИ 1,045–1,167,  $p < 0,001$ ) [34].

Особый интерес представляют исследования, в которых анализируются показатели деформации ЛП, в частности после торакоскопической абляции. В мировой литературе мало работ о неинвазивной диагностике функционального состояния ЛП.

В исследовании AFACT с включением 204 пациентов впервые представлен комплексный анализ влияния функционального состояния ЛП на эффективность торакоскопической абляции ФП. S.W.E. Baalman и соавт. показали, что у пациентов с возвратом ФП глобальная продольная деформация в резервуарную фазу была значительно ниже, по сравнению с пациентами с устойчивым синусовым ритмом (13,0 (межквартильный размах 10,2) против 16,6% (межквартильный размах 13,6),  $p < 0,001$ ). Также отмечена разница в показателях в кондуит-



**Рисунок 3.** Кривые Каплана – Майера свободы от предсердных тахикардий в отдаленном периоде наблюдения после торакоскопической абляции в зависимости: А – от длительности непароксизмальной фибрилляции предсердий в анамнезе; В – от объема левого предсердия, индексированного к площади поверхности тела

**Примечание:** статистически значимая разница между группами при  $p < 0,05$ ; ФП – фибрилляция предсердий; LAVI – объем левого предсердия, индексированный к площади поверхности тела.

**Figure 3.** Kaplan-Meier curves of freedom from atrial tachyarrhythmias in the long-term follow-up period after thoracoscopic ablation, depending on the duration of non-paroxysmal AF (A) and on the LAVI index (B)

**Note:** statistically significant difference between the groups at  $p < 0.05$ . AF – atrial fibrillation; LAVI – indexed left atrial volume to body surface area.

ную фазу  $-9,0 \pm 5,3$  против  $-11,8 \pm 7,5\%$ ,  $p = 0,006$ . При однофакторном анализе низкие значения деформации ЛП в резервуарную фазу (ОР 0,95, 95% ДИ 0,92–0,98,  $p < 0,001$ ) ассоциированы с рецидивом ФП вне зависимости от сердечного ритма [35]. Это первое исследование, продемонстрировавшее роль оценки и степени влияния показателей деформации ЛП на исход торакоскопической аблации. Мы показали аналогичные результаты со снижением показателей деформации ЛП в резервуарную фазу.

Выраженная корреляция между деформацией ЛП и фиброзом ЛП может указывать на более развитый фиброзный субстрат предсердий и отчасти способна объяснить разницу в деформации между пациентами с рецидивом ФП и без него [13, 36]. Таким образом, область неинвазивной лучевой диагностики у постели больного – перспективный метод оценки и прогнозирования успеха торакоскопической аблации.

В нашем анализе статистически достоверные различия в оценке деформации между двумя группами отсутствовали, что, скорее всего, связано с малой выборкой и включением пациентов только с непароксизмальной ФП, в отличие от работы S.W.E. Baalman и соавт., где большее количество пациентов было с пароксизмальной ФП [35].

Также выраженное снижение показателей деформации ЛП в резервуарную фазу может являться первым признаком дилатации ЛП, в частности увеличения его объема, что позволит оценить диа-

столическую дисфункцию ЛП на ранних этапах его ремоделирования при субклиническом этапе [20].

## Заключение

Анализ предикторов возврата предсердных тахиаритмий аритмий после торакоскопической аблации непароксизмальной ФП подтвердил сложный патогенез и выраженную степень анатомического ремоделирования ЛП, которые способны существенно ухудшать прогноз минимально инвазивных хирургических методов аблаций в отдаленном периоде наблюдения. Пациентам с устойчивыми формами ФП и длительным анамнезом аритмии необходима комплексная диагностика не только анатомического, но и функционального состояния ЛП с применением новых методов лучевой визуализации на догоспитальном этапе.

## Конфликта интересов

М. Кадырова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.Д. Стребкова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.В. Ялова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Г.Г. Кармазановский заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Ш. Ревитшвили заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

## Информация об авторах

*Кадырова Мадина*, кандидат медицинских наук заведующая отделением ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-8231-6866

*Стребкова Елизавета Дмитриевна*, младший научный сотрудник отделения электрофизиологических рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения аритмий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; аспирант по специальности «сердечно-сосудистая хирургия» кафедры ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии имени академика А.В. Покровского федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-5837-7255

*Ялова Евгения Владиславовна*, врач ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9409-5164

## Author Information Form

*Kadyrova Madina*, PhD, Head of the Ultrasound Diagnostics Department, Federal State Budgetary Educational Institution “A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-8231-6866

*Strebkova Elizaveta D.*, Junior Researcher at the Department of Electrophysiological and Endovascular Image-guided Methods of Diagnosis and Treatment of Arrhythmias, Federal State Budgetary Educational Institution “A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; Postgraduate Student, Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology named after Academician A.V. Pokrovsky, Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-5837-7255

*Yalova Evgeniya V.*, Ultrasound Diagnostics Specialist, Federal State Budgetary Educational Institution “A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9409-5164

*Кармазановский Григорий Григорьевич*, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор заведующий отделом рентгенологии и магнитно-резонансных исследований федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9357-0998

*Ревишвили Амиран Шотаевич*, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор директор федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; заведующий кафедрой ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии имени академика А.В. Покровского федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-1791-9163

*Karmazanovsky Grigory G.*, Academician of the Russian Academy of Sciences, PhD, Professor, Head of the Department of Radiology and Magnetic Resonance Imaging Research, Federal State Budgetary Educational Institution "A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9357-0998

*Revishvili Amiran S.*, Academician of the Russian Academy of Sciences, PhD, Professor, Director of the Federal State Budgetary Educational Institution "A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; Head of the Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology named after Academician A.V. Pokrovsky, Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-1791-9163

#### Вклад авторов в статью

*КМ* – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*СЕД* – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*ЯЕВ* – получение данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*КГГ* – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*РАШ* – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

#### Author Contribution Statement

*КМ* – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*СЕД* – contribution to the concept and design of the study, data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

*YaEV* – data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*КGG* – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*RASh* – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Go A.S., Hylek E.M., Phillips K.A., Chang Y., Henault L.E., Selby J.V., Singer D.E. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA*. 2001;285(18):2370-5. doi: 10.1001/jama.285.18.2370. 2370
- Berger W.R., Meulendijks E.R., Limpens J., van den Berg N.W.E., Neefs J., Driessen A.H.G., Krul S.P.J., van Boven W.J.P., de Groot J.R. Persistent atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis of invasive strategies. *Int J Cardiol*. 2019;278:137-143. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.11.127.
- Ревишвили А.Ш., Артюхина Е.А., Стребкова Е.Д., Мальшенко Е.С., Кадырова М. Эволюция торакоскопического лечения фибрилляции предсердий: от становления до современного этапа. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(2):107-121. doi: 10.17802/2306-1278-2023-12-2-107-121
- Driessen A.H.G., Berger W.R., Krul S.P.J., van den Berg N.W.E., Neefs J., Piersma F.R., Chan Pin Yin D.R.P.P., de Jong J.S.S.G., van Boven W.P., de Groot J.R. Ganglion Plexus Ablation in Advanced Atrial Fibrillation: The AFACT Study. *J Am Coll Cardiol*. 2016;68(11):1155-1165. doi: 10.1016/j.jacc.2016.06.036.
- Yu C., Li H., Zhang H., Zheng Z. Midterm results of stand-alone thoracoscopic epicardial ablation with box lesion for atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2021;33(3):354-361. doi: 10.1093/icvts/ivab148.
- Guo Q.Z., Zhu D., Bai Z.X., Shi J., Shi Y.K., Guo Y.Q. A novel "box lesion" minimally invasive totally thoracoscopic surgical ablation for atrial fibrillation. *Ann Acad Med Singap*. 2015;44(1):6-12. doi: 10.1093/eam/44.1.6
- Haldar S., Khan H.R., Boyalla V., Kralj-Hans I., Jones S., Lord J., Onyimadu O., Satishkumar A., Bahrami T., De Souza A., Clague J.R., Francis D.P., Hussain W., Jarman J.W., Jones D.G., Chen Z., Mediratta N., Hyde J., Lewis M., Mohiaddin R., Salukhe T.V., Murphy C., Kelly J., Khattar R.S., Toff W.D., Markides V., McCreedy J., Gupta D., Wong T. Catheter ablation vs. thoracoscopic surgical ablation in long-standing persistent atrial fibrillation: CASA-AF randomized controlled trial. *Eur Heart J*. 2020;41(47):4471-4480. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa658.
- Khan H.R., Kralj-Hans I., Haldar S., Bahrami T., Clague J., De Souza A., Francis D., Hussain W., Jarman J., Jones D.G., Mediratta N., Mohiaddin R., Salukhe T., Jones S., Lord J., Murphy C., Kelly J., Markides V., Gupta D., Wong T. Catheter Ablation versus Thoracoscopic Surgical Ablation in Long Standing Persistent Atrial Fibrillation (CASA-AF): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):117. doi: 10.1186/s13063-018-2487-9.

9. Han F.T., Kasirajan V., Kowalski M., Kiser R., Wolfe L., Kalahasty G., Shepard R.K., Wood M.A., Ellenbogen K.A. Results of a minimally invasive surgical pulmonary vein isolation and ganglionic plexi ablation for atrial fibrillation: single-center experience with 12-month follow-up. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2009;2(4):370-7. doi: 10.1161/CIRCEP.109.854828.
10. Boersma L.V., Castella M., van Boven W., Berrueto A., Yilmaz A., Nadal M., Sandoval E., Calvo N., Brugada J., Kelder J., Wijffels M., Mont L. Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial. *Circulation.* 2012;125(1):23-30. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.074047.
11. Sindby J.E., Vadmann H., Lundbye-Christensen S., Riahi S., Hjortshøj S., Boersma L.V.A., Andreasen J.J. Percutaneous versus thoracoscopic ablation of symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: a randomised controlled trial - the FAST II study. *J Cardiothorac Surg.* 2018;13(1):101. doi: 10.1186/s13019-018-0792-8.
12. DeWith R.R., Marcos E.G., Van Gelder I.C., Rienstra M. Atrial fibrillation progression and outcome in patients with young-onset atrial fibrillation. *Europace.* 2018; 20:1750-7. doi:10.1093/europace/euy028
13. Loghin C., Karimzadehnajar K., Ekeruo I.A., Mukerji S.S., Memon N.B., Kantharia B.K. Outcome of pulmonary vein isolation ablation for paroxysmal atrial fibrillation: predictive role of left atrial mechanical dyssynchrony by speckle tracking echocardiography. *J Interv Card Electrophysiol.* 2014;39(1):7-15. doi:10.1007/s10840-013-9841-3
14. Апарина О.П., Стукалова О.В., Пархоменко Д.В., Миронова Н.А., Буторова Е.А., Болотова, М.Н., Макеев М.И., Терновой С.К., Голицын С.П. Характеристика структуры миокарда левого предсердия у больных мерцательной аритмией и здоровых лиц по данным магнитнорезонансной томографии с отсроченным контрастированием. *Вестник аритмологии.* 2014;(77):5-12.
15. Стребкова Е.Д., Ревшвили А.Ш., Малышенко Е.С., Артюхина Е.А., Попов В.А., Новиков, М.А., Ялова Е.В., Бондурко К.Э., Кармазановский Г.Г., Кадырова М. Отдаленные результаты торакоскопического лечения фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2023;30(2):59-69. doi:10.35336/VA-2023-2-08
16. Ревшвили А.Ш., Кадырова М., Попов В.А., Малышенко Е.С., Кармазановский Г.Г., Стребкова Е.Д., Широков В.С., Новиков М.А., Ялова Е.В., Таймасова И.А. Влияние индексированного объема левого предсердия на эффективность торакоскопического лечения фибрилляции предсердий. *Медицинская визуализация.* 2022;26(3):22-33. doi:10.24835/1607-0763-1162
17. Ревшвили А.Ш., Таймасова И.А., Артюхина Е.А., Малышенко Е.С., Новиков М.В., Стребкова Е.Д. Среднесрочные результаты торакоскопического и гибридного лечения фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2021;28(3): 5-12. doi:10.35336/VA-2021-3-5-12
18. Baalman S.W.E., Lopes R.R., Ramos L.A., Neefs J., Driessen A.H.G., van Boven W.P., de Mol B.A.J.M., Marquering H.A., de Groot J.R. Prediction of Atrial Fibrillation Recurrence after Thoracoscopic Surgical Ablation Using Machine Learning Techniques. *Diagnostics (Basel).* 2021;11(10):1787. doi: 10.3390/diagnostics11101787.
19. Badano L.P., Koliass T.J., Muraru D., Abraham T.P., Aurigemma G., Edvardsen T., D'Hooge J., Donal E., Fraser A.G., Marwick T., Mertens L., Popescu B.A., Sengupta P.P., Lancellotti P., Thomas J.D., Voigt J.U.; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2018;19(6):591-600. doi: 10.1093/ehjci/iejy042.
20. Кадырова М., Ялова Е.В., Шебзухова Ф.С., Боташева А.А., Стребкова Е.Д., Кармазановский Г.Г., Ревшвили А.Ш. Современные методы эхокардиографической оценки функционального состояния левого предсердия при фибрилляции предсердий. *Медицинская визуализация.* 2023;27(3):24-40. doi:10.24835/1607-0763-1360
21. Yu C., Li H., Zhang H., Zheng Z. Midterm results of stand-alone thoracoscopic epicardial ablation with box lesion for atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2021;33(3):354-361. doi: 10.1093/icvts/ivab148.
22. Ревшвили А.Ш., Сергуладзе С.Ю., Кваша Б.И., Такаландзе Р.Г., Гоголадзе Д.К., Маслова И.И., Сопов О.В., Васковский В.А. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения «изолированных» форм фибрилляции предсердий с помощью радиочастотной модификации операции «Лабиринт-V». *Вестник аритмологии.* 2016;(83):23-31.
23. Васковский В.А., Ревшвили А.Ш., Сергуладзе С.Ю., Кваша Б.И., Такаландзе Р.Г., Маслова И.И. Клинические предикторы отдаленной эффективности радиочастотной модификации операции "Лабиринт" на работающем сердце у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формой фибрилляции предсердий. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2015;16(S6): 81.
24. van Laar C., Kelder J., van Putte B.P. The totally thoracoscopic maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017;24(1):102-111. doi:10.1093/icvts/ivw311
25. Gillinov A.M., Sirak J., Blackstone E.H., McCarthy P.M., Rajeswaran J., Pettersson G., Sabik F.J. 3rd, Svensson L.G., Navia J.L., Cosgrove D.M., Marrouche N., Natale A. The Cox maze procedure in mitral valve disease: predictors of recurrent atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130(6):1653-60. doi: 10.1016/j.jtcvs.2005.07.028.
26. DeWith R.R., Marcos E.G., Van Gelder I.C., Rienstra M. Atrial fibrillation progression and outcome in patients with young-onset atrial fibrillation. *Europace.* 2018; 20:1750-7. doi:10.1093/europace/euy028
27. Damiano R.J.Jr., Schwartz F.H., Bailey M.S., Maniar H.S., Munfakh N.A., Moon M.R., Schuessler R.B. The Cox maze IV procedure: predictors of late recurrence. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;141(1):113-21. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.067.
28. Dretzke J., Chuchu N., Agarwal R., Herd C., Chua W., Fabritz L., Bayliss S., Kotecha D., Deeks J.J., Kirchhof P., Takwoingi Y. Predicting recurrent atrial fibrillation after catheter ablation: a systematic review of prognostic models. *Europace.* 2020;22(5):748-760. doi: 10.1093/europace/euaa041.
29. Гурина В.И., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Хацаюк Е.А. МСКТ-волнометрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля. *Медицинская визуализация.* 2017;(6):13-18. doi:10.24835/1607-0763-2017-6-13-18
30. Neefs J., Wesselink R., van den Berg N.W.E., de Jong J.S.S.G., Piersma F.R., van Boven W.P., Driessen A.H.G., de Groot J.R. Thoracoscopic surgical atrial fibrillation ablation in patients with an extremely enlarged left atrium. *J Interv Card Electrophysiol.* 2022;64(2):469-478. doi:10.1007/s10840-021-01056-1
31. Park C.S., Choi E.K., Lee S.R., Ahn H.J., Kwon S., Kim S., Sohn S.H., Choi J.W., Hwang H.Y., Oh S. Catheter ablation and thoracoscopic ablation in long persistent atrial fibrillation with large left atrium. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:881831. doi: 10.3389/fcvm.2022.881831.
32. Shin S.H., Park M.Y., Oh W.J., Hong S.J., Pak H.N., Song W.H., Lim D.S., Kim Y.H., Shim W.J. Left atrial volume is a predictor of atrial fibrillation recurrence after catheter ablation. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21(6):697-702. doi:10.1016/j.echo.2007.10.022
33. Gwag H.B., Jeong D.S., Hwang J.K., Park S.J., Park K.M., Kim J.S., On Y.K. Additional cavotricuspid isthmus ablation may reduce recurrent atrial tachyarrhythmia after total

thoracoscopic ablation for persistent atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;28(2):177-182. doi:10.1093/icvts/ivy236

34. Lim S.K., Chung S., Park I., Chi S.A., Kim K., Park K.M., Park S.J., Kim J.Y., Kim J.S., On Y.K., Jeong D.S. Totally Thoracoscopic Ablation in Patients With Recurrent Atrial Fibrillation After Catheter Ablation. *J Korean Med Sci.* 2023;38(39):e320. doi:10.3346/jkms.2023.38.e320

35. Baalman S.W.E., van den Berg N.W.E., Neefs J., Berger W.R., Meulendijks E.R., de Bruin-Bon R.H.A.C.M., Bouma B.J., van Boven W.J.P., Driessen A.H.G., de Groot

J.R. Left atrial strain and recurrence of atrial fibrillation after thoracoscopic surgical ablation: a subanalysis of the AFACT study. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2022;38(12):2615-2624. doi:10.1007/s10554-022-02645-5

36. Мусин Т.И., Багманова З.А., Гареев Д.А., Руденко В.Г., Загидуллин Н.Ш. Прогнозирование контроля синусового ритма после радиочастотной абляции у больных с фибрилляцией предсердий с помощью технологии спекл-трекинг и динамика структурно-функциональных показателей левого предсердия. *Российский кардиологический журнал.* 2021; 26(2S): 42-56. doi:10.15829/1560-4071-2021-425

## REFERENCES

1. Go A.S., Hylek E.M., Phillips K.A., Chang Y., Henault L.E., Selby J.V., Singer D.E. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA.* 2001;285(18):2370-5. doi: 10.1001/jama.285.18.2370. 2370

2. Berger W.R., Meulendijks E.R., Limpens J., van den Berg N.W.E., Neefs J., Driessen A.H.G., Krul S.P.J., van Boven W.J.P., de Groot J.R. Persistent atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis of invasive strategies. *Int J Cardiol.* 2019;278:137-143. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.11.127.

3. Revishvili A.S., Artyukhina E.A., Strebkova E.D., Malysenko E.S., Kadyrova M. Evolution of thoracoscopic treatment of atrial fibrillation: from inception to contemporary approaches. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2023;12(2):107-121. doi: 10.17802/2306-1278-2023-12-2-107-121 (In Russian)

4. Driessen A.H.G., Berger W.R., Krul S.P.J., van den Berg N.W.E., Neefs J., Piersma F.R., Chan Pin Yin D.R.P.P., de Jong J.S.S.G., van Boven W.P., de Groot J.R. Ganglion Plexus Ablation in Advanced Atrial Fibrillation: The AFACT Study. *J Am Coll Cardiol.* 2016;68(11):1155-1165. doi: 10.1016/j.jacc.2016.06.036.

5. Yu C., Li H., Zhang H., Zheng Z. Midterm results of stand-alone thoracoscopic epicardial ablation with box lesion for atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2021;33(3):354-361. doi: 10.1093/icvts/ivab148.

6. Guo Q.Z., Zhu D., Bai Z.X., Shi J., Shi Y.K., Guo Y.Q. A novel "box lesion" minimally invasive totally thoracoscopic surgical ablation for atrial fibrillation. *Ann Acad Med Singap.* 2015;44(1):6-12.

7. Haldar S., Khan H.R., Boyalla V., Kralj-Hans I., Jones S., Lord J., Onyimadu O., Satishkumar A., Bahrami T., De Souza A., Clague J.R., Francis D.P., Hussain W., Jarman J.W., Jones D.G., Chen Z., Mediratta N., Hyde J., Lewis M., Mohiaddin R., Salukhe T.V., Murphy C., Kelly J., Khattar R.S., Toff W.D., Markides V., McCready J., Gupta D., Wong T. Catheter ablation vs. thoracoscopic surgical ablation in long-standing persistent atrial fibrillation: CASA-AF randomized controlled trial. *Eur Heart J.* 2020;41(47):4471-4480. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa658.

8. Khan H.R., Kralj-Hans I., Haldar S., Bahrami T., Clague J., De Souza A., Francis D., Hussain W., Jarman J., Jones D.G., Mediratta N., Mohiaddin R., Salukhe T., Jones S., Lord J., Murphy C., Kelly J., Markides V., Gupta D., Wong T. Catheter Ablation versus Thoracoscopic Surgical Ablation in Long Standing Persistent Atrial Fibrillation (CASA-AF): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials.* 2018;19(1):117. doi: 10.1186/s13063-018-2487-9.

9. Han F.T., Kasirajan V., Kowalski M., Kiser R., Wolfe L., Kalahasty G., Shepard R.K., Wood M.A., Ellenbogen K.A. Results of a minimally invasive surgical pulmonary vein isolation and ganglionic plexi ablation for atrial fibrillation: single-center experience with 12-month follow-up. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2009;2(4):370-7. doi: 10.1161/CIRCEP.109.854828.

10. Boersma L.V., Castella M., van Boven W., Berruezo

A., Yilmaz A., Nadal M., Sandoval E., Calvo N., Brugada J., Kelder J., Wijffels M., Mont L. Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial. *Circulation.* 2012;125(1):23-30. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.074047.

11. Sindby J.E., Vadmann H., Lundbye-Christensen S., Riahi S., Hjortshøj S., Boersma L.V.A., Andreassen J.J. Percutaneous versus thoracoscopic ablation of symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: a randomised controlled trial - the FAST II study. *J Cardiothorac Surg.* 2018;13(1):101. doi: 10.1186/s13019-018-0792-8.

12. DeWith R.R., Marcos E.G., Van Gelder I.C., Rienstra M. Atrial fibrillation progression and outcome in patients with young-onset atrial fibrillation. *Europace.* 2018; 20:1750-7. doi:10.1093/europace/euy028

13. Loghin C., Karimzadehnajar K., Ekeruo I.A., Mukerji S.S., Memon N.B., Kantharia B.K. Outcome of pulmonary vein isolation ablation for paroxysmal atrial fibrillation: predictive role of left atrial mechanical dyssynchrony by speckle tracking echocardiography. *J Interv Card Electrophysiol.* 2014;39(1):7-15. doi:10.1007/s10840-013-9841-3

14. Aparina O.P., Stukalova O.V., Parkhomenko D.V., Mironova N.A., Butorova E.A., Bolotova M.N., Makeev M.I., Ternovoy S.K., Golitsyn S.P. Characteristics of the left atrium myocardium structure in patients with atrial fibrillation and healthy volunteers according to the data of late gadolinium enhancement cardiac magnetic resonance imaging. *Journal of Arrhythmology.* 2014;(77):5-12. (In Russian)

15. Strebkova E.D., Revishvili A.S., Malysenko E.S., Artyukhina E.A., Popov V.A., Novikov M.A., Yalova E.V., Bondurko K.E., Karmazanovsky G.G., Kadyrova M. Long-term outcomes of thoracoscopic ablation for atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology.* 2023;30(2):59-69. doi:10.35336/VA-2023-2-08 (In Russian)

16. Revishvili A.S., Kadyrova M., Popov V.A., Malysenko E.S., Karmazanovsky G.G., Strebkova E.D., Shirokov V.S., Novikov M.A., Yalova E.V., Taimasova I.A. Influence of Left Atrium Volume Index on effectiveness of Thoracoscopic Ablation in the Treatment of Atrial Fibrillation. *Medical Visualization.* 2022;26(3):22-33. doi:10.24835/1607-0763-1162 (In Russian)

17. Revishvili A.Sh., Taimasova I.A., Artyukhina E.A., Malysenko E.S., Novikov M.V., Strebkova E.D. Mid-term outcomes of thoracoscopic and hybrid therapy of atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology.* 2021;28(3): 5-12. doi:10.35336/VA-2021-3-5-12 (In Russian)

18. Baalman S.W.E., Lopes R.R., Ramos L.A., Neefs J., Driessen A.H.G., van Boven W.P., de Mol B.A.J.M., Marquering H.A., de Groot J.R. Prediction of Atrial Fibrillation Recurrence after Thoracoscopic Surgical Ablation Using Machine Learning Techniques. *Diagnostics (Basel).* 2021;11(10):1787. doi: 10.3390/diagnostics11101787.

19. Badano L.P., Koliaas T.J., Muraru D., Abraham T.P., Aurigemma G., Edvardsen T., D'Hooge J., Donal E., Fraser A.G., Marwick T., Mertens L., Popescu B.A., Sengupta P.P., Lancellotti P., Thomas J.D., Voigt J.U.; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of

the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(6):591-600. doi: 10.1093/ehjci/jev042.

20. Kadirova M., Yalova E.V., Shebzuhova F.S., Botasheva A.A., Strebkova E.D., Karmazanovsky G.G., Revishvili A.S. Modern methods of echocardiographic assessment of the functional status of the left atrium in atrial fibrillation. *Medical Visualization*. 2023;27(3):24-40. doi:10.24835/1607-0763-1360 (In Russian)

21. Yu C., Li H., Zhang H., Zheng Z. Midterm results of stand-alone thoracoscopic epicardial ablation with box lesion for atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2021;33(3):354-361. doi: 10.1093/icvts/ivab148.

22. Revishvili A.Sh., Serguladze S.Yu., Kvasha B.I., Takalandze R.G., Gogoladze D.K., Maslova I.I., Sopov O.V., Vaskovsky V.A. Early and late outcomes of surgical treatment of lone atrial fibrillation using radiofrequency modification of maze procedure. *Journal of Arrhythmology*. 2016;(83):23-31. (In Russian)

23. Vaskovskij V.A., Revishvili A.Sh., Serguladze S.Ju., Kvasha B.I., Takalandze R.G., Maslova I.I. Klinicheskie prediktory otdalenoj jeffektivnosti radiochastotnoj modifikacii operacii "Labirint" na rabotajushhem serdce u pacientov s paroksizmal'noj i persistirujushhej formoj fibrilljacii predserdij. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2015;16(S6): 81. (In Russian)

24. van Laar C., Kelder J., van Putte B.P. The totally thoracoscopic maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2017;24(1):102-111. doi:10.1093/icvts/ivw311

25. Gillinov A.M., Sirak J., Blackstone E.H., McCarthy P.M., Rajeswaran J., Pettersson G., Sabik F.J. 3rd, Svensson L.G., Navia J.L., Cosgrove D.M., Marrouche N., Natale A. The Cox maze procedure in mitral valve disease: predictors of recurrent atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;130(6):1653-60. doi: 10.1016/j.jtcvs.2005.07.028.

26. DeWith R.R., Marcos E.G., Van Gelder I.C., Rienstra M. Atrial fibrillation progression and outcome in patients with young-onset atrial fibrillation. *Europace*. 2018; 20:1750-7. doi:10.1093/europace/euy028

27. Damiano R.J.Jr., Schwartz F.H., Bailey M.S., Maniar H.S., Munfakh N.A., Moon M.R., Schuessler R.B. The Cox maze IV procedure: predictors of late recurrence. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(1):113-21. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.067.

28. Dretzke J., Chuchu N., Agarwal R., Herd C., Chua W.,

Fabritz L., Bayliss S., Kotecha D., Deeks J.J., Kirchhof P., Takwoingi Y. Predicting recurrent atrial fibrillation after catheter ablation: a systematic review of prognostic models. *Europace*. 2020;22(5):748-760. doi: 10.1093/europace/eaab041.

29. Gurina V.I., Kondrat'ev E.V., Karmazanovsky G.G., Khatsayuk E.A. MDCT Evaluation of Left Atrial Volume in Patients with Cardiac Diseases. *Medical Visualization*. 2017;(6):13-18. doi:10.24835/1607-0763-2017-6-13-18 (In Russian)

30. Neefs J., Wesselink R., van den Berg N.W.E., de Jong J.S.S.G., Piersma F.R., van Boven W.P., Driessen A.H.G., de Groot J.R. Thoracoscopic surgical atrial fibrillation ablation in patients with an extremely enlarged left atrium. *J Interv Card Electrophysiol*. 2022;64(2):469-478. doi:10.1007/s10840-021-01056-1

31. Park C.S., Choi E.K., Lee S.R., Ahn H.J., Kwon S., Kim S., Sohn S.H., Choi J.W., Hwang H.Y., Oh S. Catheter ablation and thoracoscopic ablation in long persistent atrial fibrillation with large left atrium. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:881831. doi: 10.3389/fcvm.2022.881831.

32. Shin S.H., Park M.Y., Oh W.J., Hong S.J., Pak H.N., Song W.H., Lim D.S., Kim Y.H., Shim W.J. Left atrial volume is a predictor of atrial fibrillation recurrence after catheter ablation. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(6):697-702. doi:10.1016/j.echo.2007.10.022

33. Gwag H.B., Jeong D.S., Hwang J.K., Park S.J., Park K.M., Kim J.S., On Y.K. Additional cavotricuspid isthmus ablation may reduce recurrent atrial tachyarrhythmia after total thoracoscopic ablation for persistent atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019;28(2):177-182. doi:10.1093/icvts/ivy236

34. Lim S.K., Chung S., Park I., Chi S.A., Kim K., Park K.M., Park S.J., Kim J.Y., Kim J.S., On Y.K., Jeong D.S. Totally Thoracoscopic Ablation in Patients With Recurrent Atrial Fibrillation After Catheter Ablation. *J Korean Med Sci*. 2023;38(39):e320. doi:10.3346/jkms.2023.38.e320

35. Baalman S.W.E., van den Berg N.W.E., Neefs J., Berger W.R., Meulendijks E.R., de Bruin-Bon R.H.A.C.M., Bouma B.J., van Boven W.J.P., Driessen A.H.G., de Groot J.R. Left atrial strain and recurrence of atrial fibrillation after thoracoscopic surgical ablation: a subanalysis of the AFACT study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2022;38(12):2615-2624. doi:10.1007/s10554-022-02645-5

36. Musin T.I., Bagmanova Z.A., Gareev D.A., Rudenko V.G., Zagidullin N.Sh. Prediction of sinus rhythm maintenance after radiofrequency ablation in patients with atrial fibrillation using speckle tracking echocardiography and dynamics of left atrial structural and functional parameters. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(2S):4256. doi:10.15829/1560-4071-2021-425 (In Russian)

**Для цитирования:** Кадырова М., Стребкова Е.Д., Ялова Е.В., Кармазановский Г.Г., Ревивили А.Ш. Факторы риска возврата предсердных тахикардий у пациентов с непароксизмальными формами фибрилляции предсердий после торакоскопической абляции Box lesion set. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2023;12(4): 96-107. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-4-96-107

**To cite:** Kadirova M., Strebkova E.D., Yalova E.V., Karmazanovsky G.G., Revishvili A.Sh. Risk factors for atrial tachyarrhythmia recurrence in patients with non-paroxysmal atrial fibrillation after "Box lesion set" thoracoscopic ablation. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2023;12(4): 96-107. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-4-96-107